特集

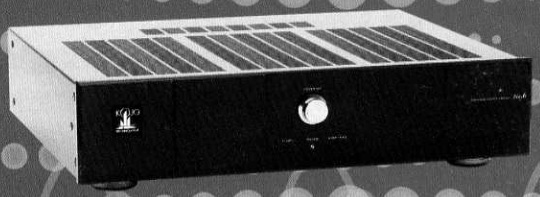
AC電源とアースにまつわるノイズ対策

パソコンや家電がAC電源環境に悪影響を与えることは周知されているが，その対策としてオーディオファンは何ができるのか，オーディオ電源関連製品と自作の両面から紹介する

■テクニカルブレーン
TB-1000 ノイズカットトランス

■ボルトアンペア
GPC-TQ ステップアップトランス内蔵ノイズフィルター

■コージョーテクノロジー
Aray6 MK Ⅱ クリーン電源装置



製品試聴：小林 貢，井上千岳

スタックスのヘッドフォンにおける電源由来のハムノイズと対策

栗原信義

コモンモードチョークコイルの活用と，スピーカーフレームのアーシング

豊川勝士

高周波ノイズ対策で音質向上

安井　章

特集　AC電源とアースにまつわるノイズ対策

スタックスのヘッドフォンにおける電源由来のハムノイズと対策

栗原信義 KURIHARA Nobuyoshi

再生オーディオにおける原音とは，CDやレコード，最近ではダウンロードファイルなども含むプログラムソース全般のことを指します．この原音を最も忠実にわれわれの耳に届けてくれる装置の一つが，スタックスのヘッドフォンだと思います．

極薄の振動板を静電気の力で全面駆動するというコンデンサー方式がこれを実現していますが，この方式ならではの弱点もあります．その一つが電源由来のハムノイズで，ヘッドフォンをつける人間の身体と振動膜の間に生ずる誘導電圧で，ノイズが発生する場合があります．

今回の例は「電気式のひざ掛け」がノイズ発生の原因だったのですが，50Hzや60Hz，あるいはその倍の周波数で聞こえるハムノイズは出続けることが多く，レベルが小さくても音楽鑑賞には大きな妨げとなるため，ぜひとも退治したいところです．

人体が持つ交流電位

ところで，電源系統から人体に誘起される交流電圧は現在の環境では避けようのないものであり，アンプの入力端子に指を触れると盛大にノイズが出ることからも実感できます．

これがあるレベルを超えると，耳の近傍に位置するコンデンサー型ヘッドフォンの振動膜を直接揺さぶってしまう事態となります．

実際にどの程度の電圧（電位差）が発生して，どの程度から問題となるのかを測定をしてみました．

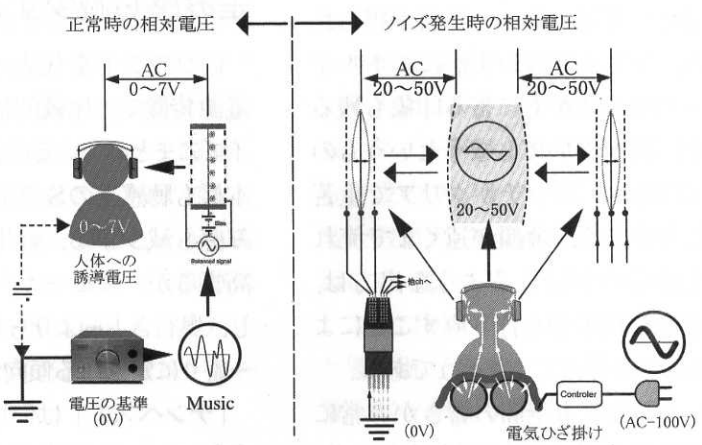
ヘッドフォンを付けてノイズを確認しながら，指先とドライブ用アンプのシャシー間で発生する交流電圧をSANWAのデジタルマルチメーターPC510で測定します（**写真1**）．

その結果，アンプのケースに指を触れたり，電源コンセントの極性を変えたり，ノイズ対策のために用意した大地アースを接続するなど，さまざまな条件によって大きく変化することがわかりました．

そして，測定電圧とハムノイズのレベルがほぼ比例していることや，アンプからヘッドフォンを切り離しても発生することなどから，人体と振動板の間で生じる相対的な交流電圧が原因であることが改めて確認できました（**図1**）．

ハムノイズが聞こえなくなる電位差は交流の実効値で10V以下のときでした．そして，今回の主要な原因であった「電気ひざ掛け」を使用した特殊な条件下では，なんと50V以上の電位差が生じてい

［写真1］ハムノイズが聞こえる電圧を調査
電気ひざ掛けを通じて身体に乗り移った誘起電圧と，ドライブアンプの電位差を測定しているところ．



［図1］ハムノイズの原因

特集　AC電源とアースにまつわるノイズ対策

コモンモードチョークコイルの活用とスピーカーフレームのアーシング

豊川 勝士 TOYOKAWA Katsuji

はじめに

今回の実験を行うにあたり，まず興味本位で手を付け，その効果があると確認したものに限って取り入れるので，余計な出費を余儀なくされる．とはいってもやってみなければわからないというのが現実だろう．今回取り上げたものは，筆者のシステムで効果が実感できたものだが，それぞれのシステムでうまく反映するか，少々心配である．また感電の危険を伴う作業もあるので，各自慎重に対応していただきたい．

筆者のシステム

スピーカーの低域は，友人が設計したミラフォニック型を範として自作したもので，アルテック515E-16Ω×2，中域はアルテック288-16Kに1203Bホーン，高域はGPA 802に短くカットしたJBL H92ホーンで構成している．ちなみにGPAとはGreat Plains Audioの略で，アルテックが開発したものを復刻し販売している会社である．さまざまな意見はあるが，新品でアルニコマグネットのユニットを手にするありがたみは計り知れない．またGPA 802にはJBLのホーンが取り付け可能なネジ孔もあるので，加工なしにJBLホーンを付けて試すこともできる．

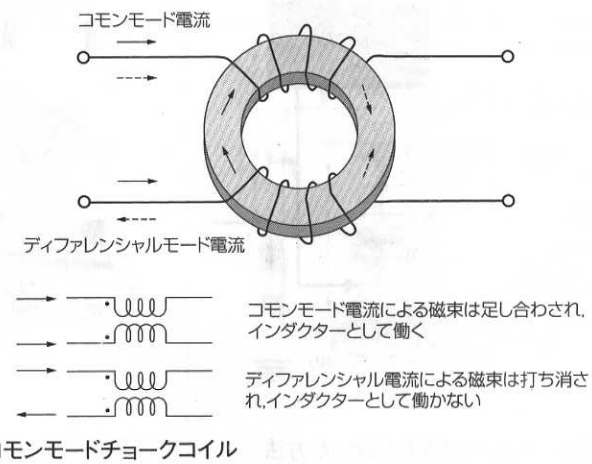
アンプ類に関しては，バリレラ用フォノ，ライン，パワーともに自作で，特段珍しいものではない．すべて整流管を用いた真空管アンプで，高価な真空管はできるだけ避けることを信条としている．入力系はモノーラルレコードのみという時代錯誤なスタンスで，米ゲイツの16インチターンテーブルにグレイのオイルダンプアーム，バリレラカートリッジというスタイル．もちろんスピーカーは1台．

今回の実験のため，コモンモードチョークコイルを2種類用意した．一方はトーキン製30A（東京ラジオデパートの斉藤電気商会），もう一方はファインメットコア（秋月電子通商）を用いた30Aもの．ご存じの方も多いと思うが，ファインメットはフェライトに比べコアの透磁率が高くQ値が低いため，広い周波数帯域でインピーダンスが高く，大きなノイズ抑制効果を発揮する．今回のテストでどのようにその特性を発揮するか興味深い．

コモンモードチョークコイル

まずトーキン製30Aからスタート，ダウントランスとブレーカーの間に入れ，マイルス『STEAMIN'』1曲目冒頭を繰り返し聴いてみる．まったくうるさくない．それでいて削がれているものもなく，自然で音楽に集中できる．気がつけばいつもより大きな音量で鳴らしていた．これはしめたもの，次から次へとレコードを交換，その傾向は

オーディオシステム全景



コモンモードチョークコイル

特集　AC電源とアースにまつわるノイズ対策

高周波ノイズ対策で音質向上

安井　章　YASUI Akira

高周波ノイズは混変調歪み発生の原因

ノイズには，レベルが小さいながら可聴帯域の上限をはるかに超える高い周波数が含まれています．レベルが小さく可聴周波数外であり，音質には影響がないように思われがちですが，ノイズの周波数が高いため，これに対してアンプの制動力は働かず，ノイズと信号の間で混変調歪みが発生し，音質が損なわれます．

しかし，これが音質に影響するとは考えられないとする論理を耳にすることがありますし，インターネットなどでもこのような話題があります．

最近はPCオーディオが話題になっています．ここではPCのノイズが音質に大きく影響することは知られています．

しかし，このPCのノイズはそれほどレベルが大きいわけではなく，可聴帯域をはるかに超える周波数ですから，上記の論理とは矛盾します．このような矛盾を生ずるのは，アンプの制動力を理解していないからです．

この制動力は，回路の位相の推移の余弦（cos）に依存し，90°の推移が0となり，これ以上の推移が存在する周波数に相当するノイズなど（音楽信号を含む）が存在すると回路には制動力がないため，これらのノイズと増幅信号との間に混変調歪みを生じます．

この歪みの発生は，ノイズの周波数成分が高いほど大きいと考えられます．ただ，100MHzを超える周波数のノイズがアンプ外に存在しても，導体のインダクタンスが伝送を阻害しますので，回路が金属などのケースに内蔵されていれば，音質への影響は受けません．

混変調歪みと音質

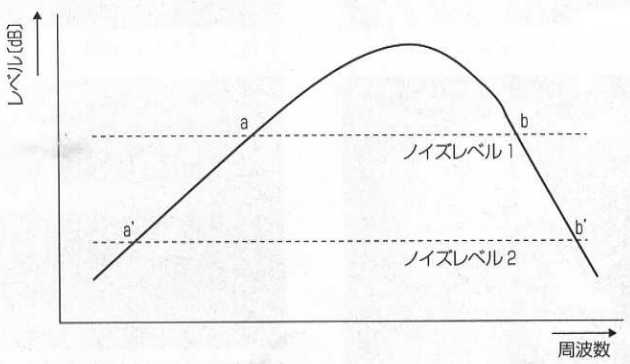
この混変調歪みを小さく抑えることができれば，音の前後感の明確化，解像力の向上，音場の拡大，楽器の余韻の美しさなどの改善が図られます．

混変調歪みは，写真におけるピンぼけにたとえると理解しやすいのではないでしょうか．ただ，写真のピンぼけは一見すれば許容範囲か判別できますが，音の場合は既存の装置に耳が順応しており，音の変化を体験しない限り理解できないのが通常です．

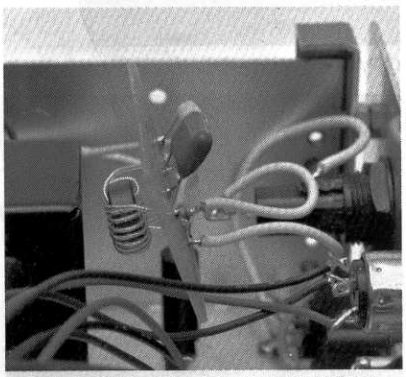
このような音質変化は，混変調歪みが減少するとノイズ感が減少することで感知されます．

耳の感度とノイズレベルの関係を示したのが**図1**です．ノイズレベル以下の音はこれにマスクされ，聴取が困難です．混変調歪みのレベルが低下すると低域と高域が拡大するのがわかり，低域の拡大がより大きいことがわかります．

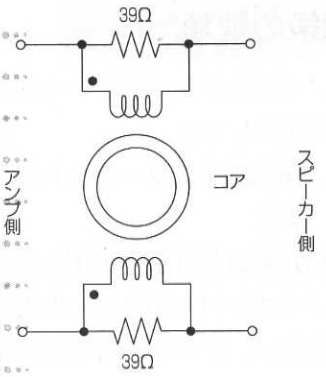
楽器の音は**図2**に示すような変化を示します．ノイズレベルが大きいと，これ以下のレベルの楽音はノイズにマスクされ聴取困難です．ノイズレベルが低下すると，



[図1] 耳の感度とノイズレベル



AC入力部にコモンモードコイルを挿入した例



コイルの巻数は15～20ターン

[図5] スピーカー用ノイズフィルター

します．必要に応じて，これらの回路を直列とすることも必要です．これらのノイズ阻止回路は，特にアンプ内部に置く必要はありませんが，設置はアンプの近くが原則です．アンプと回路間にスターカッド巻きの接続コードを使用すれば，距離を取ることができます．

製作例

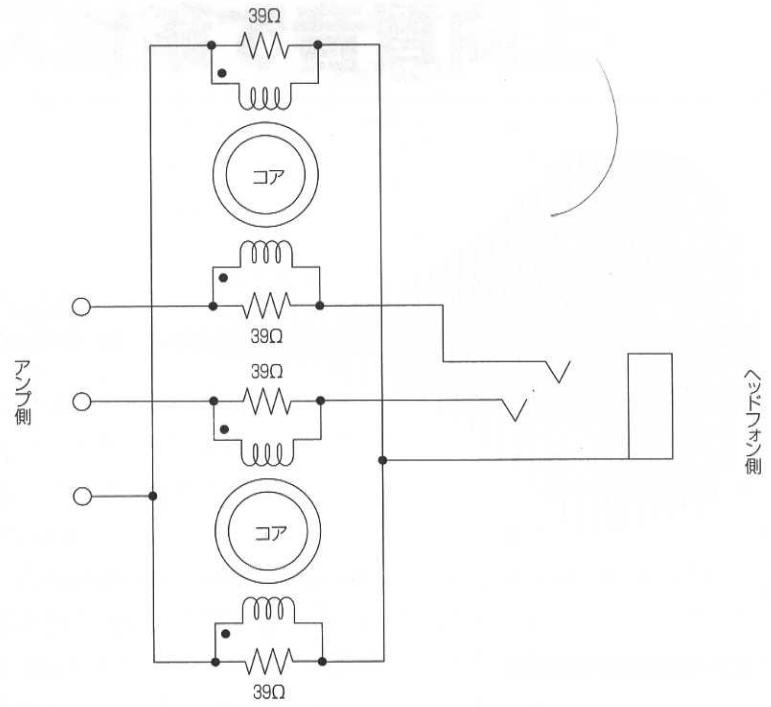
例をいくつか示します．用途により使い分けが必要です．なお，使用するLやRの値により，音質改善効果は変化します．

アンプなどの入力や出力に使用するコード用

上記いずれの対策でも可です．対策3の場合の例が**図4**です．Lはインダクタンスが小さいほうをコード側とし，音質劣化が大きい高い周波数のノイズの減衰を優先します．

パワーアンプの出力用

上記ノイズ対策のうち，3の対策は出力が大きい場合磁気飽和を生じ，対策1か2が適当です．ここでは，対策2のスピーカーとパワーアンプの間に配置するフィルターの例を**図5**に示します．コイルの巻線数は15～20ターンで2巻線とも同数とします．



[図6] ヘッドフォン用ノイズフィルター

スピーカー負荷では大出力時に電流が大きくなるので，巻線は多少太めとします．ただ，スピーカーのボイスコイル巻線径を考慮すると，それほど線径にこだわる必要はありません．線径が太いと巻線作業に困難を伴います．困難さが伴わない程度で線径を決定します．0.6～0.8mm程度でよいでしょう．

コア材は透磁率が高いほうがよいとの報告もあります．これは高いほどノーマルノイズの伝送阻止効果が期待でき，超高域のノイズは熱損失となるからです．

コア材は透磁率が高いと磁気飽和が問題となりますが，出力端子のホット側からスピーカーに流れ，リターンで出力端子コールド側に戻る電流でコアに流れる電流は打ち消されるため，問題とはなりません．

ただ，コアの径は大きめのものを使用しないと所要の巻数が得られません．

Lに並列の抵抗は33～39Ωでよいでしょう．

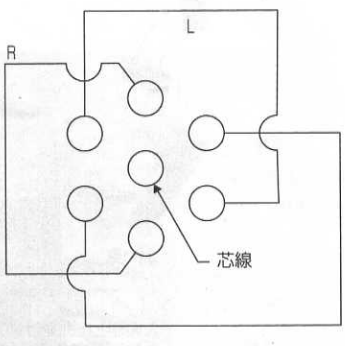
ヘッドフォン用

ヘッドフォンは左右コールド側が共通のものが多くあります．例を**図6**に示します．コイルの巻数はスピーカーと同数で良いでしょう．

回路とアンプ側の距離がある場合のケーブルは，3芯スターカッド（**図7**）とします．

AC100V用

対策1，2が適切です．



芯線はどこにも接続しない

[図7] 3芯スターカッド接続